

О РОСТЕ ЗЕРНА АУСТЕНИТА В СТАЛИ, БЛИЗКОЙ К ЭВТЕКТОИДНОЙ

Пушкина О.В., Жук А.Н.

Руководитель – проф., д.т.н. Алимов В.И.

ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Величина зерна образующегося при нагреве аустенита существенно влияет на превращения при последующем охлаждении, конечную структуру и свойства стали [1-5]. В частности, для проволоки одно из таких свойств – число кручений, определяемое в условиях жесткого напряженного состояния; величина зерна аустенита влияет на размер пластин мартенсита, из которого, в свою очередь, формируется окончательная структура продуктов отпуска [6-7]. Одним из широко используемых в нашей стране и далеко за ее пределами видов проволоки является высокопрочная проволока с содержанием углерода 0,6 – 1,2 % (масс.) [8]. Следовательно, установление влияния степени перегрева во время аустенитизации на рост зерна аустенита в стали для высокопрочной проволоки является актуальным.

Целью данного исследования было установление зависимости роста зерна аустенита эвтектоидной стали от температуры аустенитизации.

В качестве материала для исследований использовали проволоку с исходной сорбитной структурой из стали 85 (% масс.: 0,83 C, 0,64 Mn, 0,26 Si, не больше 0,25 Cr, 0,035 P, 0,035 S, 0,2 Cu, 0,25 Ni). Использовали образцы длиной 50 мм и диаметром 2 мм.

Для определения размера зерна аустенита образцы подвергали нагреву до температур 800 – 1000°C с шагом 50°C и выдержкой 10 мин с последующей градиентной закалкой (методика нормирована ГОСТ 5639). Во время нагрева для предупреждения обезуглероживания образцы засыпали отработанным карбюризатором из древесного угля.

Метод выявления границ зерен по трооститной сетке применяется для углеродистых и низколегированных сталей, близких по составу к эвтектоидным. Границы зерен выявляются травящейся сеткой троостита в переходной зоне образца.

Для образования сетки троостита образцы охлаждали погружением в воду половины образца – вторая половина охлаждалась на воздухе.

После термической обработки плоскость образца, перпендикулярную к переходной зоне на высоте уровня воды, шлифовали, полировали и травили в 4 %-ном растворе азотной кислоты в этиловом спирте.

Подготовленные образцы исследовали при помощи светового микроскопа МИМ-7; структура в качестве примера приведена на рисунке 1.

Для определения величины зерна использовали метод пересечения границ зёрен. Метод состоит в подсчёте зёрен, пересечённых отрезком прямой, и определении среднего условного диаметра. Подсчёт пересечений зёрен проводили на микрофотографиях, на которых проводили несколько отрезков произвольной длины таким образом, чтобы каждый пересекал не менее 10 зёрен. Подсчитывали точки пересечений отрезков прямых линий с границами зёрен. Зёрна на концах отрезка, не пересечённые целиком, принимали за одно зерно.

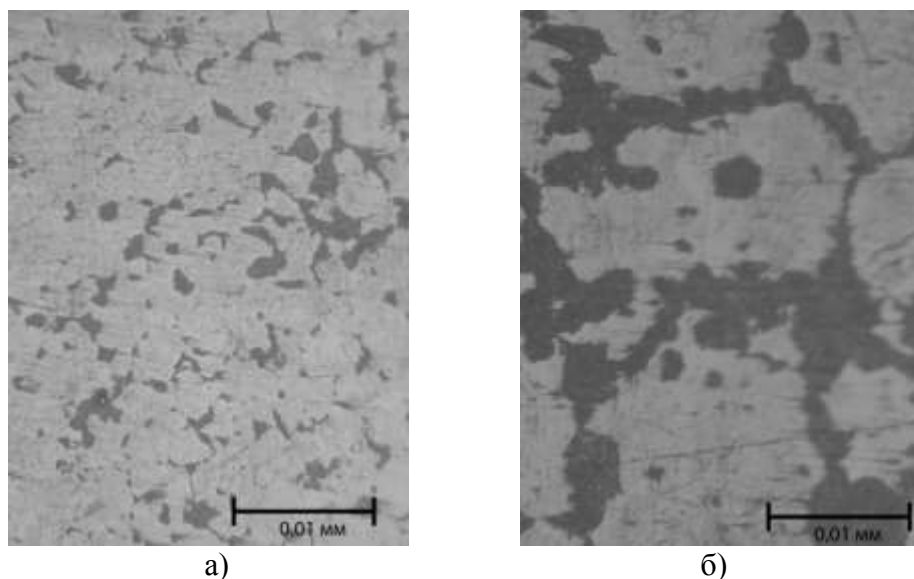


Рисунок 1 – Структура проволоки из стали 85 после градиентной закалки (выдержка 10 мин), $\times 476$, после аустенитизации при:
а) 800°C , б) 1000°C

Определяли суммарную длину отрезков, выраженную в миллиметрах натуральной величины на шлифе, и суммарное число пересеченных зёрен. После этого рассчитывали статистические характеристики с помощью программы «Statistica» (табл.1). Зависимости роста зерна от температуры аустенитизации показаны на рисунке 2.

Таблица 1 – Размер зерна аустенита при различных температурах аустенитизации и его характеристики*

$T, ^{\circ}\text{C}$	Ср. знач., мм	Дов. инт-л -95%	Дов. инт-л +95%	Мин. знач.	Макс знач.	$S^2 \cdot 10^3$	$\sigma \cdot 10^3$	cov, %
800	0,0099	0,0093	0,0105	0,005	0,02	0,007	2,7	27
850	0,0121	0,0114	0,0127	0,005	0,03	0,020	4,5	37
900	0,0126	0,0120	0,0133	0,005	0,03	0,020	4,5	35
950	0,0238	0,0210	0,0266	0,005	0,06	0,153	12,4	52
1000	0,0835	0,0709	0,0962	0,030	0,17	1,440	37,9	45

* S^2 – несмещенная дисперсия, σ – среднее квадратическое отклонение, cov – коэффициент вариации

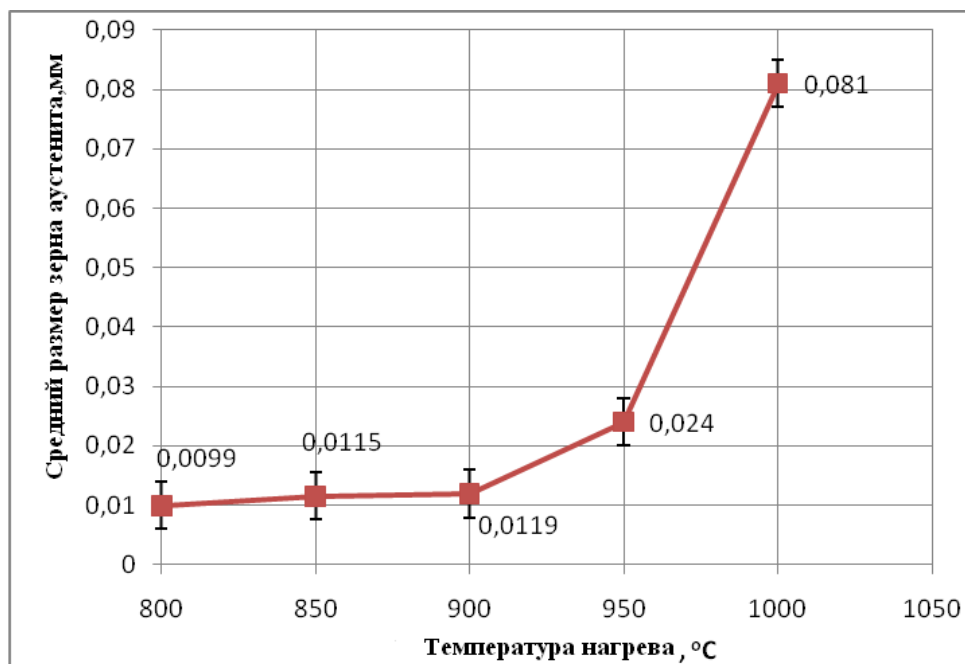


Рисунок 2 – Зависимость размера зерна аустенита стали 85 от температуры аустенитизации (выдержка 10 мин)

Видно, что характер роста зерна аустенита стали 85 при изученных условиях близок к поведению сталей, относящихся к мелкозернистым: наблюдается незначительный рост размера зерна в интервале 800 – 950°С, после чего зерно резко вырастает при нагреве до 1000°С. В этой связи вызывает интерес изучение роста зерна аустенита после предварительной холодной деформации.

Литература. 1. Дьяченко С.С. Образование аустенита в железо – углеродистых сплавах / С.С. Дьяченко. – М.: Металлургия, 1982. – 128с. 2. Попова А.Е. Диаграммы превращения аустенита в сталях и бета-раствора в сплавах титана / А.Е. Попова, А.А. Попов. – М.: Металлургия, 1989. – 503 с. 3. Зубов В. Я. Патентирование и волочение стальной проволоки / В.Я. Зубов. – М.: Металлургиздат, 1945. – 116 с. 4. Потемкин К.Д. Термическая обработка и волочение высокопрочной проволоки / К.Д. Потемкин. – М.: Металлургиздат, 1959. – 185 с. 5. Зимин Н.В. О влиянии температуры, скорости нагрева и исходного состояния структуры углеродистых сталей на процессы образования в них аустенита / Н.В. Зимин // Эл.ресурс, режим доступа: http://www.knife.com.ua/main/?page_id=1880. 6. Горшунов М.Г. Влияние параметров структуры на оптимизацию технологии производства пружинной проволоки: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов» / М.Г. Горшунов. – Нижний Новгород, 2004. – 20 с. 7. Чаэрова М.Н. Закономерности формирования зерна аустенита и их применение для повышения структурной однородности и качества пружинной проволоки: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов» / М.Н. Чаэрова. – Нижний Новгород, 2008. – 24 с. 8. Алимов В.И. Фазовые и структурные превращения при деформационно-термической обработке проволоки / В.И. Алимов, О.В. Пушкина. – Донецк: Донбасс, 2012. – 242 с.